

繊維入り強化塗料の帯状塗膜による天井補強工法の開発 —ライン型システム天井の耐震補強—

Ceiling Support System by Fiber Reinforced Coating Paint —Aseismic Retrofit of Line Type Integrated Ceilings—

高松 誠*1 伊藤 真二*1 岩下 智*1
Makoto Takamatsu Shinji Ito Satoru Iwashita
細田 英一*2 島村 淳平*3 大林 慎二*4
Eiichi Hosoda Junpei Shimamura Shinji Ohbayashi

要旨

2011年の東日本大震災では、事務所ビル等に広く採用されているライン型システム天井においても、多くの落下被害が発生した。このライン型システム天井の落下防止対策として、短工期、低コスト、美観性を損なわないなどの長を有する繊維入り強化塗料を使用した帯状塗膜による補強工法（CSFP工法）を開発した。本報告では、CSFP工法の概要を紹介し、繊維入り強化塗料の特性、性能を把握するために行った材料実験、実天井の一部を模擬した振動台実験、さらに事務所ビル天井における試験施工の結果について報告する。

キーワード：システム天井 落下防止 繊維入り強化塗料 材料実験 振動台実験 試験施工

1. はじめに

2011年の東日本大震災では、ホールや体育館等の天井が落下する被害が多数発生しただけでなく、事務所ビル等に広く採用されているライン型システム天井においても落下被害が多くみられた¹⁾。この天井は、T型をした棒状の鋼材（以下、Tバーと称す）のフランジ部分に天井板が載る構造をしている。ライン直交方向の地震時の揺れに対してTバーが振られ、変形しやすいことから、天井板が外れて落下する被害が発生した。

この被害を防ぐため、天井内部にブレース等の補強材を設置し天井の振動を抑える工法や、外れた天井板が落下しないようにネットや鋼材等を天井直下に設置する工法が提案されている²⁾。しかし、改修工事に伴う一時移転や改修後の美観性などに問題があることから適用が進んでいない。

これらの問題を解決するために、短期間で施工が可能で現状の天井美観を損なわず、かつ低コストで改修ができる工法として、繊維入り強化塗料を用いた補強工法（CSFP工法[※]）：Ceiling Support System by Fiber Reinforced Coating Paintを開発した。

本報告では、繊維入り強化塗料の基本特性、性能を把握するために行った材料実験、実天井の一部を模擬した試験体による振動台実験、さらに事務所ビル天井における試験施工について報告する。

2. 工法概要

2.1 CSFP工法

CSFP工法は、図1に示す通り、金属製のTバーや廻縁と天井板に跨るように繊維入り強化塗料を帯状に塗布して天井表面材を連結することで、地震時の天井板のずれ・浮きを減らし、天井下地材からの離脱や落下を防止または抑制する。乾燥時の塗膜は透明であるため、施工前の天井と外観の変化はほとんどない（写真1）。また、施工は室内側からの塗装工事が中心である。その他に既存の補強工法と比較し次の長を有している。

- ①短工期：週末（土日）での施工が可能
- ②移転なし改修：机上の片付け程度のみ

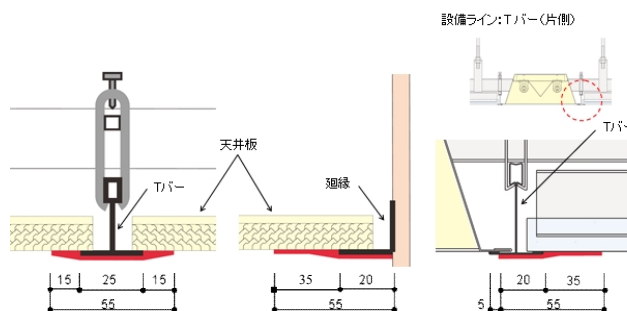


図1 CSFP工法の概要図（塗膜：赤色部分）

※CSFP工法：(株)鴻池組、鴻池ビルテクノ(株)、(株)桐井製作所、日本樹脂施工協同組合による共同開発

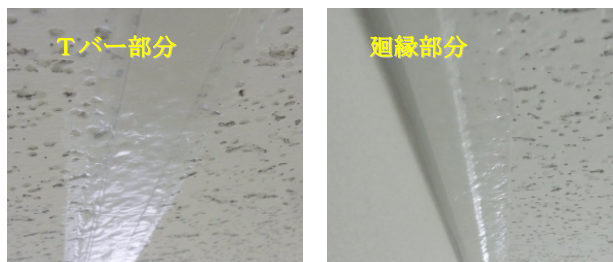


写真1 施工後の状態

- ③無振動・無騒音：補強アンカー工事が無い
- ④低コスト：鋼材による補強が無い

2.2 繊維入り強化塗料

繊維入り強化塗料の塗装仕様を表1に示す。塗料は全て水性の透明塗料で、中塗り塗料に合成樹脂の短繊維が混入されている。上塗りは透明のつや消しを基本とするが、着色仕上げも可能である。帯状の塗り幅は55mmを標準仕様とした。また、中塗りをTバー上に塗り厚さ1.0mmで塗装し、そのときのTバー上での乾燥塗膜厚さが0.3mm(300μm)以上であることを標準仕様とした。

表1 繊維入り強化塗料の塗装仕様

工程	種類	塗装方法	塗装回数	塗布量 g/m (塗幅55mm)	乾燥膜厚 mm (Tバー上)
下塗り	2液型アクリルシリコン樹脂系	ローラー・はけ	1回	5~8	—
中塗り	1液型アクリル樹脂系	コーキングガン・へら	1回	100以上	0.3以上
上塗り	2液型アクリルシリコン樹脂系	ローラー・はけ	2回	10~15	—

3. 材料実験

3.1 繊維入り強化塗料の基本物性

試験は、本工法に使用する繊維入り強化塗料の基本物性の把握を目的として行った。

3.1.1 塗膜の引張・引裂性能

1) 試験概要

成膜した繊維入り強化塗料の引張強さと引裂強さについて、JIS A 6021³⁾に準拠し、載荷速度200mm/minで試験を行った(写真2)。試験片は、塗料を成膜させて室内(23±2℃)で所定期間まで乾燥養生を行ったのち、引張試験は



写真2 引張試験状況

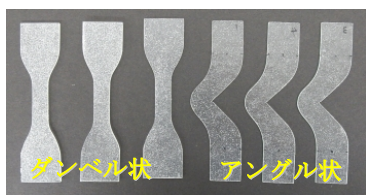


写真3 試験片の外観

JIS K 6251⁴⁾規定のダンベル状2号形に、引裂試験はJIS K 6252-1⁵⁾規定の切込みなしアングル形にそれぞれカットしたものとし、数量はそれぞれ3片とした(写真3)。試験要因は乾燥養生期間とし、7日、14日、28日の3水準について試験を行った。

2) 試験結果

表2に試験結果の一覧を、図2に養生期間ごとの試験結果の平均値を示す。引張強さ、引裂強さともに、養生日数の増加とともに大きくなる傾向を示すが、14日から28日での増加はわずかである。養生14日の平均値は、引張強さが7.2 N/mm²、引裂強さは45.6 N/mmであった。また、伸び率は養生日数の増加とともに低下する傾向にあるが、養生28日で30%以上を示しており、繊維入り強化塗料は可とう性を有する。

表2 繊維入り強化塗料の塗膜の引張強さと引裂強さ

養生日数	No.	引張試験				引裂試験						
		膜厚 mm	最大引張力 N	引張強さ N/mm ² 平均	伸び量 mm 平均	伸び率 % 平均	膜厚 mm	最大引張力 N	引裂強さ N/mm 平均			
7日	1	0.41	28.1	6.8	6.6	9.2	46	47	0.36	14.0	38.7	40.2
	2	0.40	26.5	6.6	6.6	8.0	40	40	0.40	18.5	45.8	
	3	0.37	23.3	6.4	6.4	10.8	54	54	0.39	13.9	36.1	
14日	1	0.42	29.2	7.0	7.2	9.0	45	44	0.43	19.5	44.9	45.6
	2	0.43	31.2	7.2	7.2	8.9	44	44	0.43	19.8	45.8	
	3	0.51	38.2	7.5	7.5	8.6	43	43	0.46	21.3	46.3	
28日	1	0.41	30.5	7.4	7.3	7.4	37	38	0.58	28.3	48.5	46.7
	2	0.47	32.9	7.1	7.1	6.5	33	33	0.59	27.5	46.6	
	3	0.55	41.4	7.5	7.5	9.1	46	46	0.53	23.7	44.9	

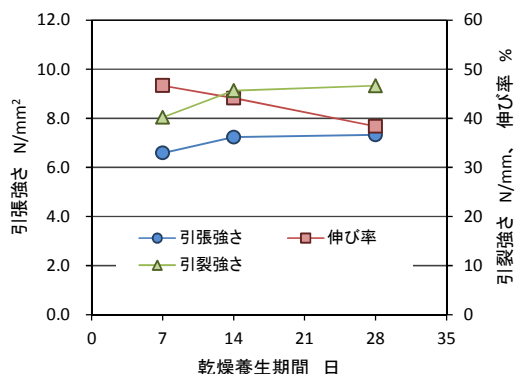


図2 繊維入り強化塗料の塗膜の試験結果の平均値

3.1.2 耐候性能

1) 試験概要

JIS K 5600-7-7⁶⁾に準拠し、キセノンランプ法による促進耐候性試験を行い、紫外線や熱影響による塗膜の変色などを評価した(写真4)。



写真4 促進耐候性試験機

表 3 促進耐候性試験条件

項目	条件
光源	キセノンアークランプ、水冷式7.5kW
光フィルター	インナー：石英、アウター：#275
放射露光量	155.52MJ/m ²
放射照度	180W/m ² (300~400nm)
ブラックパネル温度	63±3℃
試験サイクル	連続運転、照射102分、照射+降雨18分
相対湿度 (照射時)	50%R.H.
試験時間	960時間

表 3 に試験条件を示す。促進暴露時間は、屋内外の紫外線量の関係⁷⁾と、屋外の紫外線受光量⁸⁾と試験機光源の放射露光量 (300~400nm) の関係より、960 時間 (屋内の約 20 年分の紫外線量に相当する時間) とした。試験体は、フレキシブル板 (70×150×t2mm) に化粧岩綿吸音板 (以下、RW板と称す) (55×120×t14mm) をエポキシ接着剤で貼付け、繊維入り強化塗料を塗布し、室内で 7 日間乾燥養生したものとした。評価項目は、目視観察と色差、60 度鏡面光沢度とし、それぞれ測定を行った。

2) 試験結果

図 3 に色差と光沢保持率の測定結果を示す。促進暴露 960 時間では、色差は 1.5、光沢保持率は 86%であった。目視観察の結果も含めて、塗膜に変色等の変化は見られなかった。

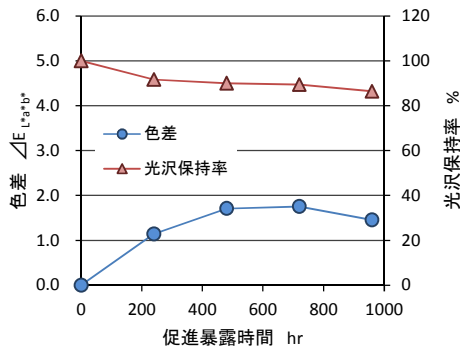


図 3 繊維入り強化塗料塗膜の色差、光沢度の経時変化

3.1.3 乾燥塗膜厚さの経時変化

1) 試験概要

Tバー上に塗布した繊維入り強化塗料の乾燥塗膜厚さの変化を、塗布翌日から乾燥養生 14 日まで測定した。繊維入り強化塗料の塗り厚さは、0.5mm、1.0mm、2.0mm の 3 水準とした。測定は、電磁誘導式の膜厚計を使用し、5 点測定してその平均値を求めた。

2) 試験結果

図 4 に養生期間 14 日までの測定結果の平均値を示す。塗り厚さを 0.5mm とした場合、塗布翌日から養生 14 日まで

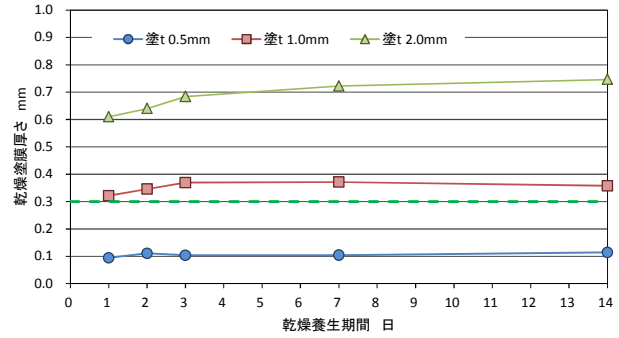


図 4 繊維入り強化塗料の乾燥塗膜厚さの経時変化

乾燥塗膜厚さはほとんど変化なく一定の厚さを示した。塗り厚さを 1.0mm と 2.0mm にした場合は、塗布翌日の測定値が最も小さく、塗り厚さ 1.0mm では養生 3 日まで漸増しその後はほぼ一定に、塗り厚さ 2.0mm では養生 14 日まで漸増した。塗り厚さが大きくなるほど塗膜内部の水分の蒸発は遅くなるため、若齢時の塗膜は未硬化で柔らかい状態である。使用した計測器はバネの力でセンサーを押し当てる機構であり、バネの力よりも塗膜が柔らかかった場合、塗膜を圧縮して計測することになってしまうため、計測値は実際の塗膜厚さよりも小さくなっているものと推察された。

また、塗り厚さを 1.0mm 以上とした場合、塗布直後より標準塗装仕様の乾燥塗膜厚さ (Tバー上) の管理値 0.3mm を満足する結果であった。さらに、乾燥塗膜厚さの測定値は塗布翌日が最も小さいことから、膜厚管理の測定を塗布翌日に行うことは安全側での評価と判断された。

3.1.4 付着性能

1) 試験概要

RW板およびTバーを被着体とした繊維入り強化塗料の付着強さの測定を行った。試験体は、繊維入り強化塗料をRW板、Tバーにそれぞれ塗布し、室内で 14 日間乾燥養生したものとした。付着面積はRW板が 40×40mm、Tバーは 25×40mm とし、載荷速度 2mm/min で試験を行った。試験体数量はそれぞれ 3 体とした。

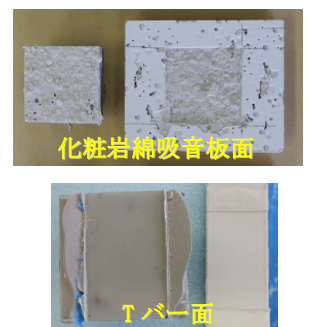
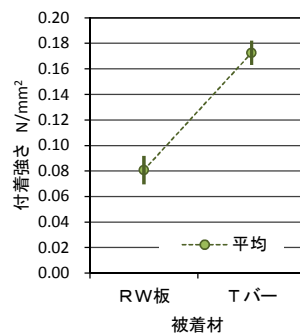


図 5 付着強さ 写真 5 付着強さ試験破断状況

2) 試験結果

図5に測定結果を示す。付着強さの平均値は、被着体がRW板の場合は 0.08 N/mm²、Tバーの場合は 0.17 N/mm²を示し、RW板はTバーの1/2であった。破断は、RW板では全て基板表層の凝集破断、Tバーでは全て塗膜とTバー間で界面剥離した(写真5)。繊維入り強化塗料の付着性能は、RW板の表層強さが支配的になる。

3.2 帯状塗膜補強した天井材の力学特性

試験では、RW板とTバーを繊維入り強化塗料で連結補強した天井材の力学特性について、Tバーの延長方向と面内で直交となる引張強度と、Tバーの延長方向と面内で平行となるせん断強度の測定を行った。なお、強度は単位長さ(m)当たりの最大荷重値で表すこととした。

3.2.1 引張性能

1) 試験概要

試験体は、RW板(80×240×t14mm)とTバーを跨るように繊維入り強化塗料で塗布して連結させたものとした(図6)。試験の要因と水準は、塗幅(45mm、55mm)、塗厚(0.5mm、1.0mm)、養生日数(7日、14日、28日)とし、載荷速度200mm/minで引張試験を行った(写真6)。試験体数量はそれぞれ3体とした。

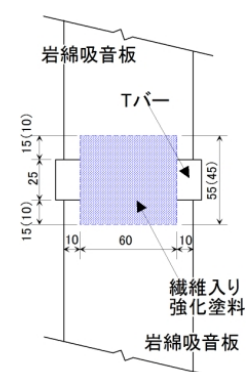


図6 引張試験体

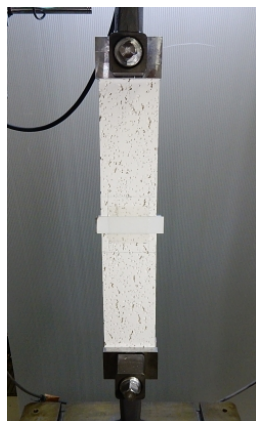


写真6 引張試験状況

2) 試験結果

表4に試験結果の一覧を、図7に試験結果の平均値を示す。標準塗装仕様(塗幅55mm、塗厚1.0mm)の試験体の引張強度は、養生期間による変化は小さく、7日から14日で5%程度の上昇、14日から28日ではほとんど変化はなかった。養生14日の引張強度の平均値は4,365N/mであった。また、標準仕様に対して、塗幅を狭くした場合(塗幅45mm)と塗り厚さを薄くした場合(塗厚0.5mm)については、今回の試験では有意な違いは見られなかった。試験の破断状

表4 引張試験の結果(一覧)

養生日数	塗厚	塗幅	No.	乾燥膜厚 t (mm)	最大荷重 P (N)	引張強度		破壊状況
						σt (N/m)	平均	
7日	1.0mm	55mm	1	0.34	222.2	3703	4112	表層剥離
			2	0.42	282.5	4708	"	"
			3	0.30	235.5	3925	"	"
14日	1.0mm	55mm	1	0.47	262.7	4378	4365	表層剥離
			2	0.54	262.5	4375	"	"
			3	0.44	260.5	4342	"	"
28日	1.0mm	55mm	1	0.44	260.0	4333	4302	表層剥離
			2	0.39	258.2	4303	"	"
			3	0.37	256.2	4270	"	"
14日	1.0mm	45mm	1	0.38	223.2	3720	4236	表層剥離
			2	0.45	258.7	4312	"	"
			3	0.52	280.5	4675	"	"
14日	0.5mm	55mm	1	0.19	245.5	4092	4540	膜破断+表層剥離
			2	0.23	293.7	4895	"	表層剥離
			3	0.24	278.0	4633	"	膜破断+表層剥離

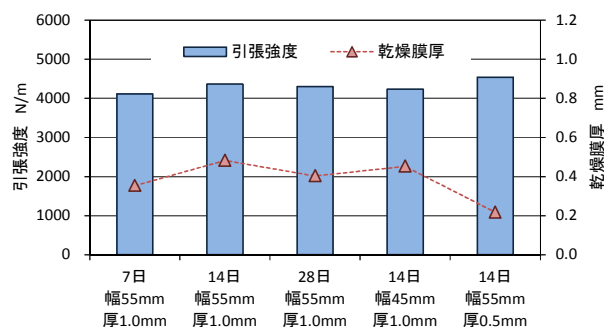


図7 引張強度の平均値



写真7 破断状況(引張試験)

況は、塗り厚さが薄い場合(塗厚0.5mm)では一部で塗膜の破断は生じたが、その他は全てRW板上の塗装部分で表層剥離した(写真7)。

3.2.2 せん断性能

1) 試験概要

せん断試験は2面(辺)せん断による方法とし、試験体はRW板(150×330×t14mm)とTバーを跨るように繊維入り強化塗料で塗布して連結させたものとした(図8)。試験要因と水準、載荷速度は、引張試験と同様である(写真8)。試験体数量はそれぞれ3体とした。

2) 試験結果

表5に試験結果の一覧を、図9に試験結果の平均値を示す。標準塗装仕様(塗幅55mm、塗厚1.0mm)の試験体のせん断強度は、養生期間による変化は小さいものの、14日から28日では約10%増であった。養生14日のせん断強度の

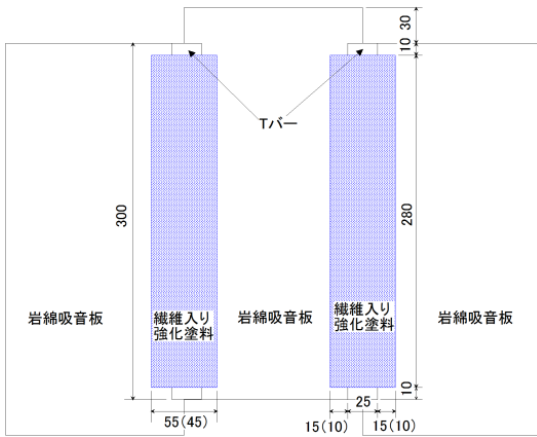


図8 せん断試験体

平均値は 3,427N/m であった。引張強度と比較すると、せん断強度は 2 割程度低い傾向を示した。また、標準仕様に対し、塗幅を狭くした場合（塗幅 45mm）と塗り厚さを薄くした場合（塗厚 0.5mm）では、ともに標準仕様よりも約 500 N/m 低い傾向を示した。試験の破断状況は、引張試験と同様に、塗り厚さが薄い場合（塗厚 0.5mm）では塗膜の破断が生じ、その他はRW板上の塗装部分での表層剥離、あるいは表層剥離とRW板（中央）の破壊であった（写真9）。

4. 振動台実験

4.1 振動台実験の概要

C S F P工法の効果を検証するために実天井の一部を模擬した試験体の振動台実験を行った。実験は技術研究所（つくば市）の3次元振動台（3m×3m、搭載重量10ton、変位±150mm(X, Y)、±100mm(Z)、速度±75cm/s(X, Y)、50cm/s(Z)、加速度±1.0G(X, Y, Z))を用いた。

図10および写真10に天井試験体を示す。試験体は、吊ボルト、野縁受け(CC-19)、ハンガー、CTクリップ、Tバー、RW板およびHバーなどから構成され、躯体に相当する鉄骨フレームからボルト（長さ1200mm）で吊り下げられている。長辺、短辺のそれぞれ1辺にスタッドφ455mm、ボード2枚貼り（9mm+12.5mm）の間仕切り壁を設置し、廻縁(Lバー)を取り付けた。なお、設備ラインは本工法の対象外であり、実施工では別途落下防止処置が必要となる。よって、試験体では照明BOXのみを設置した。

表6に実験ケースを示す。試験体は、Case1 補強なしとCase2 補強ありの2種類とした。繊維入り強化塗料は図10に示す廻縁(A部)、設備ラインのTバー片側(B部)およびTバー両側(C部)について施工し、養生期間は6日間とした。加振実験では、1加振ごとに試験体の状況を観察し、同じ試験体で約50cm/s²ずつレベルを上げて加振を繰り返した。Case1 補強なしでは、複数のRW板が落下するまで計5回の加振を行い、Case2 補強ありでは、振動台の性能限界まで加振レベルを上げて、計10回の加振を行った。加振波は、図11に示す東北地方太平洋沖地震(2011.3.11)での気象庁による仙台市宮城野区の観測波とし、加振方向は水平2方向とした。なお、本工法はライン直交方向の補強を主目的としているため、加速度の大きいNS成分をライン直交方向へ、EW成分をライン平行方向への入力とした。

図10にセンサー配置を示す。歪ゲージ式加速度計をTバー下面に両面テープでX方向6個、Y方向3個、それぞれ設置し、天井応答加速度を測定した。また、天井吊元と同じ高さレベルの鉄骨フレームに加速度計を設置し、天井入力加速度を測定した。

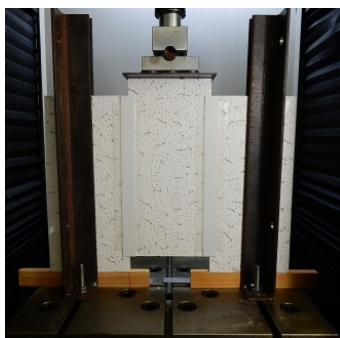


写真8 せん断試験状況



写真9 破断状況
(せん断試験)

表5 せん断試験の結果（一覧）

養生 日数	塗厚 mm	塗幅 mm	No.	乾燥膜厚 t mm	最大荷重 P N	せん断強度		破壊状況
						σ N/m	平均	
7 日	1.0 mm	55 mm	1	0.52	1950	3482	3491	基材破壊+表層剥離
			2	0.40	1900	3393		〃
			3	0.43	2015	3598		〃
14 日			1	0.43	1837	3280	3427	基材破壊+表層剥離
			2	0.46	1920	3429		〃
			3	0.49	2000	3571		〃
28 日			1	0.46	2163	3863	3783	基材破壊 表層剥離
			2	0.49	2047	3655		〃
			3	0.44	2146	3832		〃
14 日		45 mm	1	0.47	1787	3191	2996	表層剥離
			2	0.45	1667	2977		〃
			3	0.38	1580	2821		〃
	0.5 mm	55 mm	1	0.24	1692	3021	3065	膜破断+表層剥離
			2	0.29	1655	2955		〃
			3	0.18	1802	3218		基材破壊+表層剥離

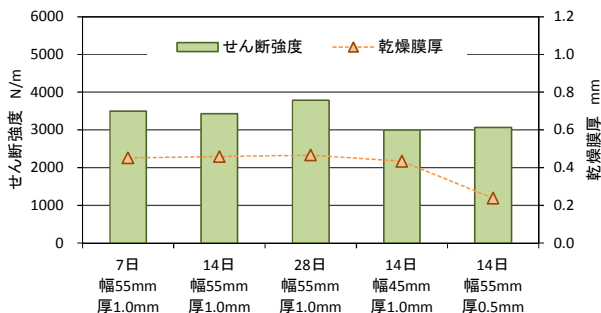


図9 せん断強度の平均値

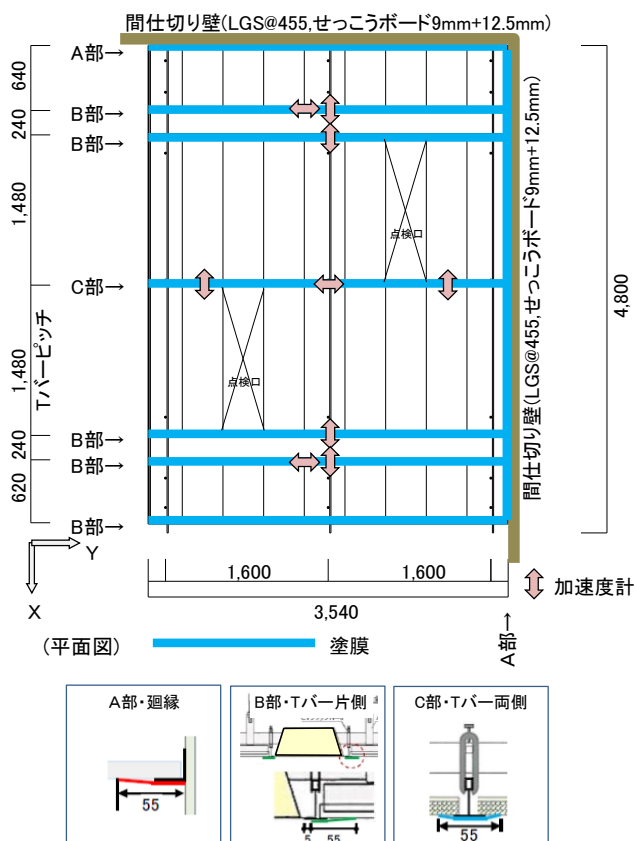
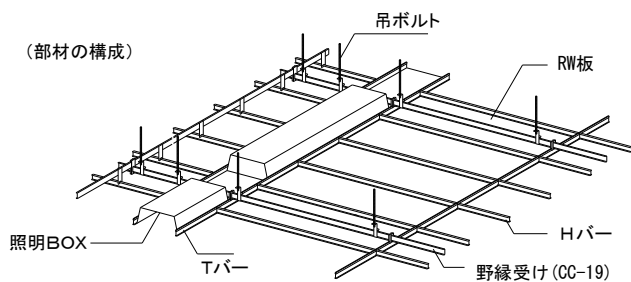


図10 天井試験体(Case2 補強あり)およびセンサー配置



写真10 試験体設置状況

表6 実験ケース

試験体ケース	加振回数	振動台入力レベル
Case1 補強なし	5	50cm/s ² 刻みで 複数の天井板が落下するまで
Case2 補強あり	10	同上 振動台の限界まで

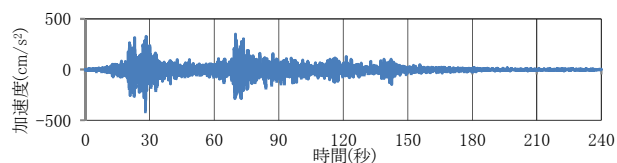


図11 入力地震波⁹⁾(気象庁仙台市宮城野区 NS)

4.2 実験結果

4.2.1 ライン天井の落下および損傷状況

表7に各加振回における天井の損傷状況を、図12に最終加振後の損傷状況をそれぞれ示す。Case1 補強なしでは、加振2回目からRW板が落下し始め、4回目までにそれぞれ1枚ずつ落下した。5回目には6枚のRW板が落下(写真11)したため、加振を終了した。最終加振後のRW板の累計落下は9枚であり、ぶら下がっているRW板が2枚であった。Case2 補強ありでは、加振4回目までは損傷が無く、5回目からRW板と塗膜の界面でRW板の表層剥離が数か所で発生したがRW板のずれは無かった(写真11)。8回目からRW板剥離の累積箇所数が増加し、Tバー面の塗膜剥離やTバーの変形が発生した。9回目ですれらに加え、初めて塗膜の破断が発生した。10回目で振動台の加振限界に達し、加振を終了した。最終加振後のRW板の表層剥離長さは計1.88mで全塗膜長さ26.0m(3.54m×6本+4.8m)に対する表層剥離率は7%であった。

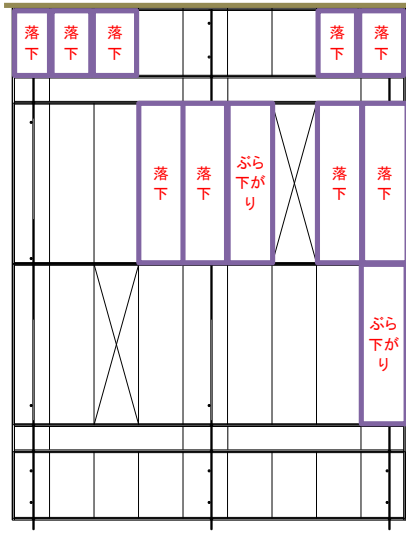
表7 損傷状況一覧

<Case1 補強なし>

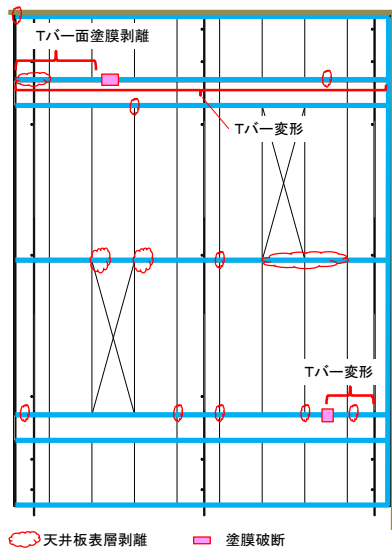
加振回	X方向加速度(cm/s ²)			天井板落下累計
	振動台	天井入力	天井応答	
1	471	839	2811	0枚
2	500	981	3773	1枚
3	563	1112	4559	2枚
4	628	1342	7183	3枚
5	695	1446	6797	9枚

<Case2 補強あり>

加振回	X方向加速度(cm/s ²)			RW板表層剥離累計箇所数	RW板落下累計	その他
	振動台	天井入力	天井応答			
3	452	915	1071	0枚	0ヶ所	損傷なし
4	557	1007	1310	0枚	0ヶ所	同上
5	552	1120	1735	0枚	1ヶ所	同上
6	658	1249	2262	0枚	3ヶ所	同上
7	686	1331	3441	0枚	3ヶ所	同上
8	745	1414	4267	0枚	7ヶ所	Tバー面塗膜剥離発生 Tバー変形(設備ライン)発生
9	864	1624	4289	0枚	11ヶ所	同上 塗膜破断発生
10	950	1698	3337	0枚	12ヶ所	Tバー変形拡大(設備ライン)



<Case1 補強なし(5回目)>



<Case2 補強あり(10回目)>

図12 最終加振後の損傷状況

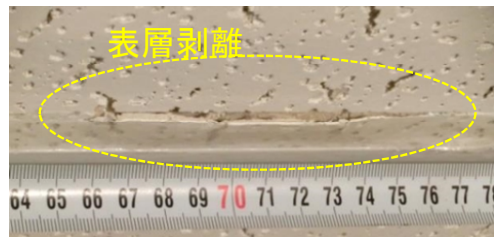


Case1補強なし(5回目)

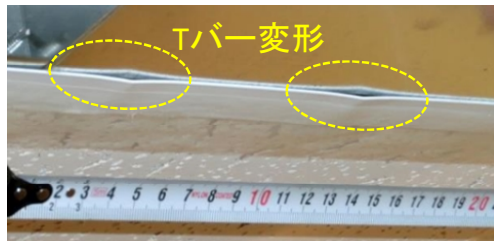


Case2補強あり(5回目)

写真11 加振中の状況



表層剥離



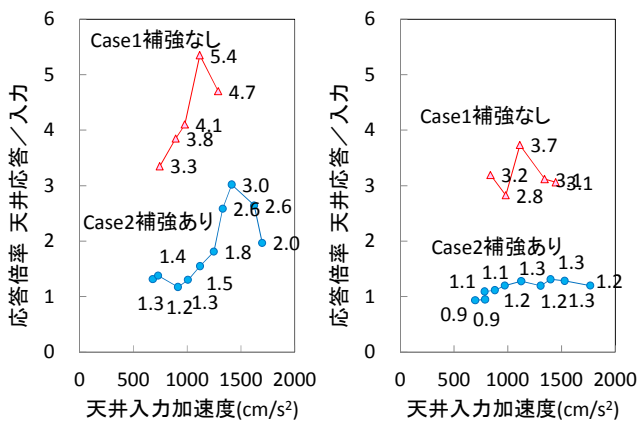
Tバー変形

写真12 損傷状況の例

損傷としてはこの表層剥離が最も多く発生し、引張試験の破断状況(写真7)もこの表層剥離がほとんどであったことと整合している。Case2 補強ありでは、軽微な損傷(写真12)が局部的に発生するもののRW板および他の部位において落下は皆無であった。

4.2.2 天井加速度の応答倍率

図13に天井入力加速度(吊元加速度)に対する天井加速度の応答倍率を示す。天井加速度は複数の加速度計出力(X方向6台、Y方向3台)の最大値の平均値とした。X方向では、Case1 補強なしの応答倍率3.3~5.4に対して、Case2 補強ありでは1.2~3.0と概ね半分である。一方Y方向ではCase1 補強なしの応答倍率2.8~3.7に対して、Case2 補強ありでは0.9~1.3と3分の1程度である。Case1 補強なしの場合、天井全体の一体性が不足しているため応答倍率が大きくなり、RW板が落下するに至った。一方、Case2 補強ありでは、天井全体の一体性が確保され、応答倍率が小さくなった。その結果、RW板の落下はなく損傷も軽微なものであり、本補強工法の有効性が確認できた。



<X方向(ライン直交)> <Y方向(ライン方向)>

図13 天井応答倍率

4.3 振動台実験のまとめ

C S F P工法の実大天井の一部を模擬した試験体による振動台実験を行った。その結果、天井入力(吊元の床加速度)約 1000cm/s²で[補強なし]は天井板が落下し始めたが、[補強あり]は損傷が無かった。約 1400cm/s²で[補強なし]は、複数の天井板が落下し、[補強あり]はTバー面の表層剥離が発生し始めた。振動台加振上限の約 1700cm/s²で[補強あり]は局部的に軽微な損傷が発生したが、天井板、その他部材の落下は発生せず、本補強工法の有効性が確認できた。

5. 試験施工

C S F P工法の施工性を検証するため、事務所ビルのシステム天井(シングルライン)において試験施工を行った。表8に試験施工の概要を示す。

試験施工は週末作業を想定し、金曜日の終業後(夕方)より室内の養生と作業足場を仮設し、土曜日・終日と日曜日・午前でC S F P工法の施工を行った。日曜・午後に養生材等の撤去・清掃して完了した。C S F P工法の施工状況を写真13に示す。

表8 試験施工の概要

	概 要
天井種別	システム天井(シングルライン)
天井面積	約200m ²
天井高さ	2.6m
施工数量	塗布総延長187m (内訳) ・ Tバーライン : 4本(計68m) ・ 設備ライン : 7本(計119m)
施工手順	養生→作業足場設置→CSFP工法の施工→ 作業足場撤去→養生撤去・清掃



写真13 C S F P工法の施工状況
(繊維入り強化塗料の塗布)

C S F P工法の品質管理・検査として、上塗り前に針式簡易膜厚計を使用してTバー上の塗膜厚さの測定を行った。測定は、塗膜長さ1.8m内ごとに3点測定しその平均値を求めた。平均値が塗膜厚さの管理値(0.3mm以上)を下回ったのは14箇所、これは全測定箇所(110箇所)の13%であった。膜厚不足は施工の不慣れが原因と考えられたため、本工法では、施工技能講習の実施と受講終了者の現場配置

を必須の施工条件とした。また、検査により膜厚不足が認められた箇所は、上塗り施工前に中塗りの追加塗布を行うことで、不具合箇所の是正が可能であることを今回の試験施工で確認することができた。

6. まとめ

ライン型システム天井の落下防止対策としてC S F P工法を開発し、本工法に使用した繊維入り強化塗料の基本物性と帯状塗膜補強した天井材の力学特性について、材料実験による強度性状の評価を行った。次に、実天井の一部を模擬した試験体による振動台実験を行い、本工法の耐震補強の有効性を確認した。さらに、事務所ビルのシステム天井において試験施工を行い、施工性の検証を行った。

今後も、繊維入り補強塗料の基本物性および補強した天井材の力学特性の定量的な評価を進めるとともに、ライン天井のみでなく、在来工法による吊り天井への適用範囲の拡大を行っていく予定である。

謝辞

本研究は(株)鴻池組、鴻池ビルテクノ(株)、(株)桐井製作所および日本樹脂施工共同組合の4社による共同研究である。関係各位に感謝します。

参考文献

- 1) 日本建築学会：天井等の非構造材の落下事故防止ガイドライン, pp. 225-232, 2013. 3. 4
- 2) 日本建築学会：天井等の非構造材の落下に対する安全対策指針・同解説, pp. 154-160, 2015. 1
- 3) 日本規格協会：JIS A 6021「建築用塗膜防水材料」
- 4) 日本規格協会：JIS K 6251「加硫ゴム及び熱可塑性ゴムー引張特性の求め方」
- 5) 日本規格協会：JIS K 6252-1「加硫ゴム及び熱可塑性ゴムー引裂強さの求め方ー第1部：トラウザ形、アングル形及びクレセント形試験片を用いる方法」
- 6) 日本規格協会：JIS K 5600-7-7「塗料一般試験方法ー第7部：塗膜の長期耐久性ー第7節：促進耐候性及び促進耐光性(キセノンランプ法)」
- 7) 日本ウェザリングセンター：促進暴露試験ハンドブック, [I] 促進耐候性試験, 2011. 4. 1
- 8) 環境省：紫外線環境保健マニュアル 2008
- 9) 気象庁：強震観測データ,
http://www.data.jma.go.jp/svd/eqev/data/kyoshin/jishin/110311_tohokuchihoh-taiheiyouoki/index.html